

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

Krševan Lapov



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

Smjer: Tehničko-tehnološki

ODRŽAVANJE LORENTZ & WETTRE UREĐAJA ZA GNJEČENJE

Mentor:

Doc. Dr. Sc. Dubravko Banić

Student:

Krševan Lapov

Zagreb, 2015

Rješenje o odobrenju teme završnog rada

SAŽETAK

U ovom završnom radu opisan je uređaj Lorentzen & Wettre za mjerenje otpornosti valovite ljepenke na gnječenje i preporučit će se model održavanja uređaja.

U teoretskom dijelu rada biti će teorija održavanja uređaja te opis funkcija zadanog uređaja Lorentzen & Wettre: njegov tehnički opis, instalacija, opis pravilnog rukovanja odnosno primjena i opis testova koje takav uređaj može obavljati. Opisat će se otpornost ravne površine valovitog kartona na tlačnu silu, otpornost papira za val prema pritisku te otpornosti brida valovitog kartona na tlačnu silu. Za svaki test bit će opisane detaljne upute za vođenje svakog testa pojedinačno.

U praktičnom dijelu završnog rada biti će prijedlog načina održavanja uređaja dok će se pomoću primjera mjerenja rubne otpornosti na pritisak provjeriti ispravnost stroja i funkcionalnost uputa za rukovanje i održavanje.

Ključne riječi:

Lorentzen & Wettre

Pritisak

Održavanje

Valovita ljepenka

ABSTRACT

The aim of this final paper is to describe the device Lorentzen & Wettre to measure resistance of Corrugated cardboard on crunching and suggest maintenance model of device.

In the theoretical part of the paper it will be described the theory of maintaining equipment and describe the function of the default device Lorentzen & Wettre: its technical description, installation, description of proper handling and application, a description of the tests that such a device can perform.

Tests that will be described such as tests of resistance to crushing, peripheral resistance to crushing and testing ripple corrugated cardboard. For each example, the test will be described and will be given detailed instructions for conducting each test individually .

In the practical part of the final paper there will be a proposal of maintenance device and using an example measurement to verify the accuracy of the machine and the functionality of the operating and maintenance.

Key words:

Lorentzen & Wettre

Crunch

Maintenance

Corrugated cardboard

Sadržaj

1. TEORIJSKI DIO	1
1.1. Tehnički opis L&W uređaja za gnječenje	3
1.2. Odabir brojevnog sustava.....	5
1.3. Postavljanje uređaja	6
1.3.1. Postavljanje role papira u pisaču.....	6
1.4. Rukovanje L&W uređajem za gnječenje	7
1.4.1. Prekidač u slučaju nužde	7
1.4.2. Probna ispitivanja uređaja za gnječenje.....	7
1.4.3. Spremanje početne pozicije	9
1.4.4. Pokretanje ispitivanja	10
1.4.5. FCT (otpornost ravne površine valovitog kartona na tlačnu silu) i CTM (određivanje otpornosti papira za val prema pritisku) ispitivanje.....	12
1.4.6. Ispitivanje kvalitete (<i>Score Quality Test-SQT</i>).....	13
1.4.7. Korištenje eksternog pisača.....	15
2. MOGUĆI PRISTUPI ODRŽAVANJU OPREME.....	16
2.1. Korektivno održavanje.....	16
2.2. Preventivno održavanje	17
2.3. Plansko održavanje	18
2.4. Održavanje po stanju	19
2.5. Pregled i održavanje L&W uređaja za gnječenje	21
2.5.1. Servisiranje uređaja za gnječenje	21
2.5.2. Pregled.....	21
2.5.3. Priprema role papira.....	24
3. EKSPERIMENTALNI DIO	27
3.1. Priprema rada L&W uređaja za gnječenje	27
3.2. Razrada tehnološkog postupka	29
4. ZAKLJUČAK.....	35
5. LITERATURA.....	36

1. TEORIJSKI DIO

Uređaj za gnječenje Lorentzen & Wettre Crush Tester Code 248 dizajniran je za ispitivanje valovite ljepenke i njenih komponenti, te tlačnu snagu malih kartona. Zahvaljujući stabilnom dizajnu, uređaj je sposoban održati paralelnost kompresije pločice, eliminirajući rizik od tzv. padajućih žljebova tijekom ispitivanja.

Uređaj za gnječenje je izuzetno jednostavan za korištenje. Najkorištenije funkcije su već unaprijed programirane prije dostave. Operater odabire funkciju koju želi pritiskom tipke na kontrolnoj ploči. Jednom kad je funkcija odabrana, gornja ploča automatski ide na startnu poziciju za brzi i jednostavni rutinski test. Operater također može definirati svoju vlastitu funkciju kojom želi ispitati uzorak. Uređaj mjeri visinu prvog uzorka u seriji. Nakon što je sljedeći test pokrenut, gornja ploča će se brzo pozicionirati 2mm iznad uzorka, nakon čega će se automatski prilagoditi već pohranjenoj ispitnoj brzini.

Rezultati su prikazani velikim, čitljivim slovima na ekranu. Na kraju ispitivanja, statistički izvještaj, zajedno sa zasebnim očitavanjima, ako je potrebno, kasnije je otisnut na ugrađenom pisaču. Alternativno se ti rezultati mogu poslati na osobno računalo u digitalnom obliku za dodatno procesuiranje na eksternom pisaču.

Uređaj za gnječenje također može slati podatke na osobno računalo da bi se ti podaci mogli prezentirati u grafičkom formatu. S dostavom je uključen i program koji može preoblikovati rezultate mjerenja u podržan format koji omogućava Microsoft Excelu da ih iskoristi za prezentacije.

Računalo se koristi i za odabiranje određenih postavki, za pohranjivanje stavki koje je odabrao korisnik te za kalibraciju.

Sljedeća ispitivanja se mogu izvesti bez dodataka:

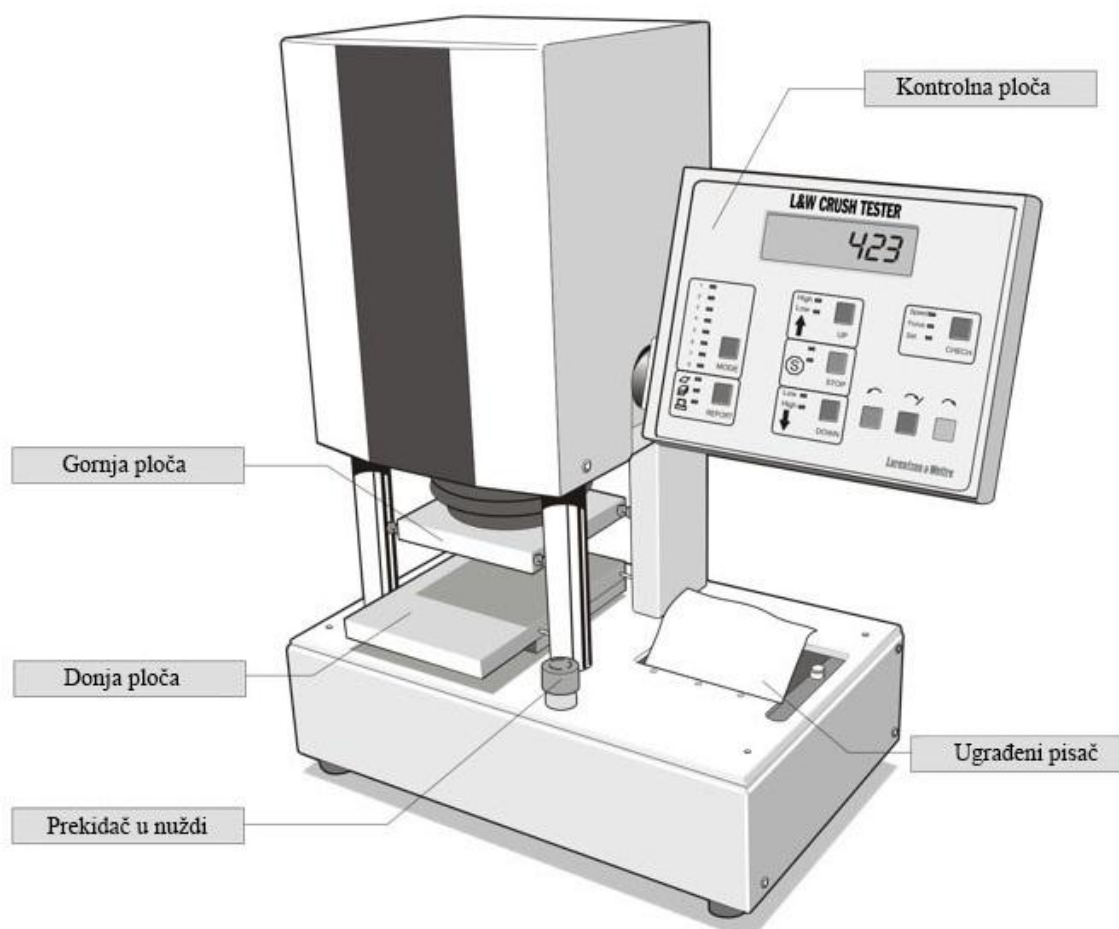
- FCT- otpornost ravne površine valovitog kartona na tlačnu silu (engl. *Flat crush test*)

Tijekom ispitivanja otpornost ravne ploče valovitog kartona na pritisak, uređaj može mjeriti i debljinu uzorka pod određenim teretom te apsolutnu tvrdoću uzorka.

Upogonjenja sa potrebnim dodacima, uređaj može odraditi sljedeća mjerenja:

- CCT- (engl. *Corrugated crush test*)
- CMT- određivanje otpornosti papira za val prema pritisku (engl. *Concora medium test*)
- RCT- (engl. *Ring crush test*)
- CLT- (eng. *Concora liner test*)
- ECT- Određivanje otpornosti brida valovitog kartona na tlačnu silu (engl. *Edge crush test*)
- PAT- (engl. *Pin adhesion test*)
- SQT- Rezultati testa kvalitete (TAPPI 829) [1]

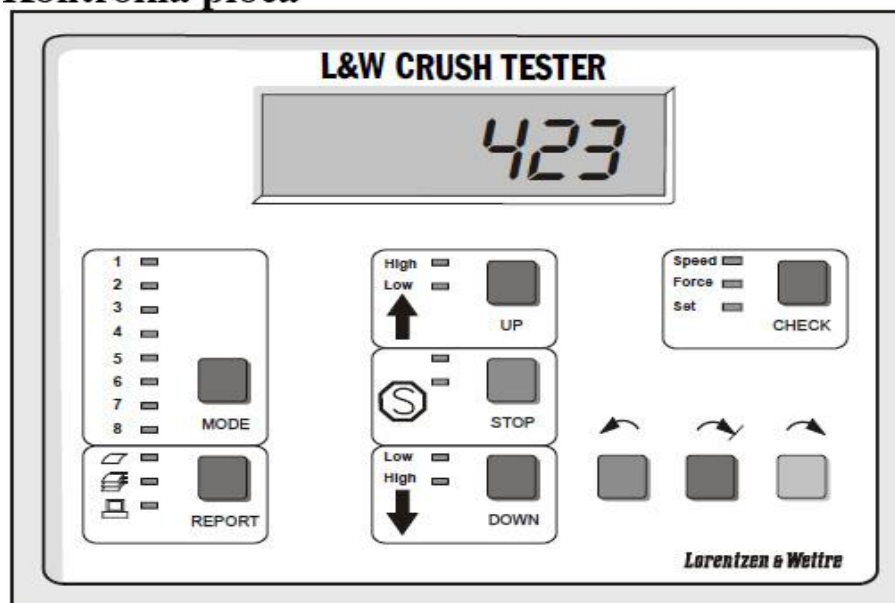
1.1. Tehnički opis L&W uređaja za gnječenje



Slika 1. Tehnički opis drobilice [1]




Na Slici 1. može se vidjeti tehnički opis uređaja. Građen je od gornje i donje ploče kojima se provode testovi, kontrolne ploče na kojoj se odabire željeno ispitivanje, broj ponavljanja istog i dužina ispitivanja. Tu je i ugrađeni pisač koji automatski ispisuje vrijednosti dobivene ispitivanjem te dodatne podatke poput automatski izračunate srednje vrijednosti našeg ispitivanja. Također postoji i prekidač koji u slučaju nužde zaustavlja svaki proces koji se odvija na uređaju.

Kontrolna ploča



Slika 2. Kontrolna ploča [1]

Tablica 1. Tipke Kontrolne ploče uređaja [1]

Ekran	Ekran prikazuje razmake između rezultata ispitivanja u nizu.
MODE	Odabir i naznačavanje uzorka koji se ispituju. Pritiskom i otpuštanjem tipke za pomak dolje. Pritiskom i otpuštanjem tipke (otprilike 2 sekunde) za pomak gore.
REPORT	Postavljanje i prikazivanje izvještaja.
UP	Ručno podizanje gornje ploče.
STOP	Tipka za zaustavljanje ploče. Koristi se i za spremanje početne pozicije.
DOWN	Ručno spuštanje gornje ploče.
CHECK	Provjera funkcije.
	Pritiskom i otpuštanjem tipke (<3 s) za brisanje trenutnih rezultata Pritiskom i zadržavanjem tipke (>3 s) za brisanje trenutnog ispitivanja u nizu. Također služi i kao tipka za zaustavljanje za pomicanje ploče.
	Završava ispitivanje u nizu, generira izvješće.
	Započinje ispitivanje ili uključuje Check funkciju.

Tablica 1. prikazuje sve tipke na kontrolnoj ploči uređaja te njihovu svrhu.

Na Slici 2. je prikazan detaljni izgled kontrolne ploče uređaja, sve tipke koje se nalaze na kontrolnoj ploči, *display* koji prikazuje dobivene rezultate koji se mogu poništiti ako nisu zadovoljavajući te se neće ispisati putem ugrađenog pisača.

Sljedeći izlazi se nalaze na pozadini uređaja:

Tablica 2. Tipovi izlaza na poleđini uređaja [1]

	Funkcija
RS 232	Izlaz za računalo. Također se koristi za određene postavke, umjeravanje i kalibraciju rezultata ispitivanja
PRINTER	Izlaz za pisač
POWER INPUT	Ulaz za napajanje

U Tablici 2. prikazani su izlazi na poleđini uređaja te njihova funkcija.

1.2. Odabir brojevnog sustava

Uređaj se može podesiti da prikazuje rezultate u SI mjernom sustavu, *foot-pound* sustavu ili u tehničkom mjernom sustavu. Za većinu mjerenja, brzina je tvornički postavljena na 12.5 mm/min. Brzina ispitivanja se može promijeniti koristeći osobno računalo.

Podosta svojstava je unaprijed programirano u uređaju prije same dostave. Razlikuju se ovisno o mjernom sustavu koji je odabran. Postavljanje uređaja koji se koristi može biti učinjeno i putem osobnog računala. Zadani sustav je SI mjerni sustav.

Mjerni sustav se izmjenjuje na sljedeći način. Kabel za napajanje sa stražnje strane uređaja se isključi, pritisne se i drži ↶ tipka te se zatim ponovno spoji napajanje.

Zatim se otpusti tipka ↶. Trenutno odabran sustav (SI, FPS ili tECH) će biti prikazan na *displayu*. ↶ tipka se koristi za pomicanje do željenog mjernog sustava te ga odabiremo pritiskom na tipku ↷.[1]

1.3. Postavljanje uređaja L&W uređaja za gnječenje i napajanja

Za dobro korištenje uređaja bitno ga je dobro postaviti. Sve bi potrebne komponente trebale biti provjerene, nedostaje li koja i da li je sve u redu, da nema oštećenja.

Uređaj treba biti postavljen na čvrstu podlogu otpornu na vibracije, prigodne visine, da je rukovanje s njom što lakše.

Što se tiče napajanja, uređaj se priključuje na izmjenični izvor napajanja 90-240V, AC, 50-60 Hz. Adapter prilagođava napon gradske mreže koji iznosi 230V, na uređaju je potrebno 24V DC.

1.3.1. Postavljanje role papira u pisaču

Prilikom pokretanja pisača, ako se kao tiskovna podloga koristi papir drugačijih svojstava od onog koji je preporučen, može doći do ozbiljnijeg kvara pisača, npr. zbog pregrijavanja. Takav papir može također uzrokovati preveliku prljavost pisača.

Po pokretanju brojne postavke se mogu napraviti putem osobnog računala spojenog na uređaj. Zadani mjerni sustav je SI.

Brzina provođenja ispitivanja: 12.5 mm/min. Brzi način: otprilike 60 mm/min. To je fiksna vrijednost i ne može se mijenjati.

Razmak između uzorka i gornje ploče tijekom ispitivanja u nizu kad se ploča mijenja iz brzog načina do brzine ispitivanja iznosi 2mm. To je fiksna vrijednost i ne može se mijenjati.

Automatsko prekidanje funkcije ispitivanja je postavljena na „0“ (onemogućeno je).

To znači da se niz ispitivanja mora zaustaviti ručno - pritiskom na ↵ tipku. Sustav može pohraniti do 999 rezultata.


Brojne dodatne vrijednosti se također mogu postaviti putem osobnog računala.


Izuzetno je važno da prije same provjere ili upotrebe, uređaj treba biti upaljen najmanje pola sata da bi se elektroničke komponente stabilizirale, bile spremne za rad. Ovo podrazumijeva to da je uređaj već na sobnoj temperaturi.

1.4 Rukovanje L&W uređajem za gnječenje

1.4.1 Prekidač u slučaju nužde

U slučaju nužde, pritiskom na tipku Prekidač zaustavlja se pokretna ploča. Rezultati neće biti pohranjeni te će se prikazati kod pogreške E124.

Za ponovno pokretanje uređaja okrene se tipka u smjeru strelice (u smjeru kazaljke na satu). Zatim, pritiskom tipke  ispitivanje se nastavlja.

Pokretna ploča će se automatski zaustaviti ako je zabilježena maksimalna snaga od 5000N ili prije samog sudara dviju ploče. Pokretne ploče se mogu također zaustaviti pritiskom tipke STOP ili tipke  na kontrolnoj ploči.

Kad se ploča pomiče ručno ili iz razloga što se promijenio probni način ispitivanja, ona se automatski zaustavi iz sigurnosnih razloga ako je ćelija za opterećenje zabilježila snagu od 50N(10 lbf, 5kgf).[2]

1.4.2 Probna ispitivanja uređaja za gnječenje

Prije nego probna ispitivanja započnu, probni rad i izvješće o načinu rada moraju biti izabrani. Ostale postavke su izabrane putem računala. Da bi se dobio ispis svih trenutnih postavki, tipka *Report* se treba pritisnuti i držati oko dvije sekunde.

Odabiranje probnog načina rada (*Mode*)

Uređaj može spremi do 15 probnih radova, a to je pohrana podataka za 15 drukčijih svojstava. FCT ispitivanje obuhvaća standardne postavke za ispitivanje sile pucanja i korisnik ih ne može mijenjati. Rezultati su prikazani u Newtonima, lbf ili kgf, ovisno o sustavu koji se odabere.

Određeni broj načina ispitivanja su već unaprijed programirani u uređaju u tvornici. Uređaj se može podesiti da prikazuje rezultate u SI mjernom sustavu, *foot-pound* sustav ili u tehničkom mjernom sustavu. Za većinu mjerenja, brzina je tvornički postavljena na 12.5 mm/min. Brzina ispitivanja se može promijeniti koristeći osobno računalo. Korisnik također može programirati faktor za množenje dobivene vrijednosti da bi dobili nova svojstva ili izvješća. Popis spremljenih načina ispitivanja može se otisnuti pomoću *Check* funkcije.

Kada je način ispitivanja promijenjen, gornja ploha se automatski pomiče u brzi način do nove početne pozicije. Vrlo je bitno da prije mijenjanja načina ispitivanja ne bude ništa između ploča što bi ih moglo oštetiti. Iz sigurnosnih razloga pomicanje gornje plohe će se zaustaviti ako senzor očitava snagu veću od 50N dok se ploča pomiče u brzom načinu zajedno s promjenom ispitnog načina.

Pritiskom na tipku *Mode* više puta za redom pomiče se naprijed do potrebnog načina ispitivanja. Pritiskom i držanjem tipke 2 sekunde pomiče se nazad do prethodnog načina ispitivanja. Jednom kad se odabere način ispitivanja, nakon nekoliko sekundi ploča će automatski doći na početni položaj radi ispitivanja. Odabrani načini ispitivanja su označeni jednom ili dvjema LED žaruljica, kao što su sljedeći načini ispitivanja opisani u Tablici 3.[2]

Tablica 3. Načini ispitivanja [2]



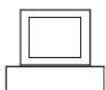
Način ispitivanja 1-8	Odgovarajuće LED žaruljice svijetle (1-8)
Način ispitivanja 12-18	LED žaruljica #1 plus jedna od 2-8 istovremeno

Način izvještaja (*Report*)

Pritiskom tipke *Report* dolazi se do potrebnog tipa izvješća. Odabrane postavke će biti naznačene određenim LED žaruljicama. Promjene se ne mogu raditi dok je gornja ploča u pokretu.

Opisani su načini izvještaja u Tablici 4.

Tablica 4. Načini izvještaja [2]

	Statistika- ispisana na kraju niza ispitivanja
	Pojedinačni rezultati su ispisani odmah. Cijela statistika ispisana na kraju niza ispitivanja. Ako je spojeno računalo, pojedinačni rezultati se šalju na njega.
	Prijenos podataka- pojedinačni rezultati se šalju na računalo

Gornja, pokretna ploča je upravljana pomoću 3 tipke; *Up*, *Stop* i *Down*. Kad se pločom upravlja sa te tri tipke razmak između ploča je naznačen na ekranu - u

milimetrima ako je SI ili tehnički mjerni sustav označen ili u inčima ako je *foot-pound* sustav odabran.

Pritiskom i otpuštanjem tipke *Up* ili *Down* započinje pomicanje ploče ispitnom brzinom u određenom smjeru. LED žaruljica za *Down* će se upaliti. Pritiskom tipke *Stop* za zaustavljanje ploče.

Ako je tipka *Up* ili *Down* N pritisnuta i zadržana, brzina pomicanja ploče će se ubrzati na brzi način za oko 3 sekunde. Kada se ploča pomiče u brzom načinu, LED žaruljice za *High* će svijetliti isprekidano. Čim se tipke *Up* i *Down* otpuste, ploča će se zaustaviti.

1.4.3 Spremanje početne pozicije

Načini ispitivanja koji su unaprijed programirani u uređaju prije same isporuke također imaju isprogramirane svoje početne položaje.

Korištenjem tipke *Mode* odabire se potreban način ispitivanja. Nakon par sekundi, gornja ploča će se pomaknuti automatski na odgovarajući položaj za ispitivanje. Ako se početna pozicija treba namjestiti, to se može odraditi korištenjem tipki *Up* ili *Down*. Ploča će se nastaviti vraćati na početni položaj sve dok ne se ne odabere novo ispitivanje. Da bi se novi početni položaj spremio treba se pritisnuti i držati tipka *Stop* otprilike dvije sekunde. Razmak između ploča će zasvijetliti na ekranu da bi potvrdilo da je početni položaj pohranjen. Prethodni početni položaj za to ispitivanje će biti automatski izbrisan.[2]

1.4.4 Pokretanje ispitivanja

Prilikom pokretanja ispitivanja treba biti siguran da funkcija *Check* nije upaljena, a to se može provjeriti tako da su sve LED žaruljice oko *Check* funkcije isključene.

Nakon što je provjereno je li odabrano željeno ispitivanje, treba provjeriti je li označeno sve potrebno za provođenje tog ispitivanja. Ukoliko je potrebno, naprave se određene preinake koje je moguće promijeniti bez korištenja računala.

Uređaj može pohraniti od 1 do 999 rezultata. Postavlja se željeni broj putem računala. Kad se završe ispitivanja onoliko puta koliko je odabrano, izvješće će se samo proizvesti te će svi rezultati biti izbrisani iz memorije uređaja. Stvarna vrijednost ispitnih rezultata će biti prikazana na ekranu. Ispitivanja koja su odrađena također se mogu ručno zaustaviti pritiskom \curvearrowright tipke na kontrolnoj ploči.

Tijekom niza ispitivanja, broj trenutnog ispitivanja će biti prikazan na ekranu.

1) Što se tiče početnog položaja gornje ploče postoje tri mogućnosti

- Prihvatiti unaprijed određenu početnu poziciju za to ispitivanje

- Napraviti novi privremeni početni položaj za ispitivanje koje se želi provesti, no taj položaj neće biti spremljen kao standardan za to ispitivanje. Korištenjem tipki *Up* i *Down* ploča se pomiče na željenu poziciju. Ploča će se automatski vratiti na ovaj položaj nakon svakog ispitivanja sve dok se ne pokrene ispitivanje iz druge početne pozicije ili ukoliko se promijeni samo ispitivanje.

2) Uzorak se postavlja na donju ploču, centrirajući ga pažljivo ispod gornje ploče.

Mjerila koja pomažu u postavljanju uzoraka pravilno su dostupni za nekoliko načina ispitivanja. Mjerila koja su već postojana su dostupna za ECT (po FEFCO) i FCT.

3) Pritiskom tipke \curvearrowright započinje se ispitivanje. Ispitni broj (1) će biti prikazan na ekranu

4) Gornja ploča će se polagano spustiti. Čim senzor za opterećenje registrira silu, rezultati će biti prikazani na ekranu i položaj ploče će biti spremljen.

5) Ploča se nastavlja spuštati i rezultati (snaga ili proračunska vrijednost) je prikazana neprekidno na ekranu. Lom je zabilježen kada je snaga smanjena za određeni postotak (ta vrijednost se može promijeniti na računalu) od najveće moguće

zabilježene snage, gdje se ploča zaustavlja i vraća na prijenosnu brzinu do položaja otkud je krenula.

6) Umetanjem sljedećeg uzorka i pritiskom tipke u započinje ispitivanje. Ploča sada prelazi u brzi način pomičući se do položaja 2mm iznad položaja iz prvog ispitivanja kod kojeg je snimanje sile započelo. Ovdje se ploča automatski prebacuje na ispitnu brzinu.

Rezultati su prikazani na *displayu* nakon svakog ispitivanja. Ako je rezultat nepoželjan, može se jednostavno obrisati pritiskom tipke ↶ prije početka sljedećeg ispitivanja. Brzim pritiskanjem tipke briše se samo jedan rezultat.

Ispitivanje u nizu će se zaustaviti automatski nakon što je zadani broj ispitivanja završen. Za zaustavljanje niza ispitivanja ručno, kada Vama to odgovara pritisnite tipku ↷.

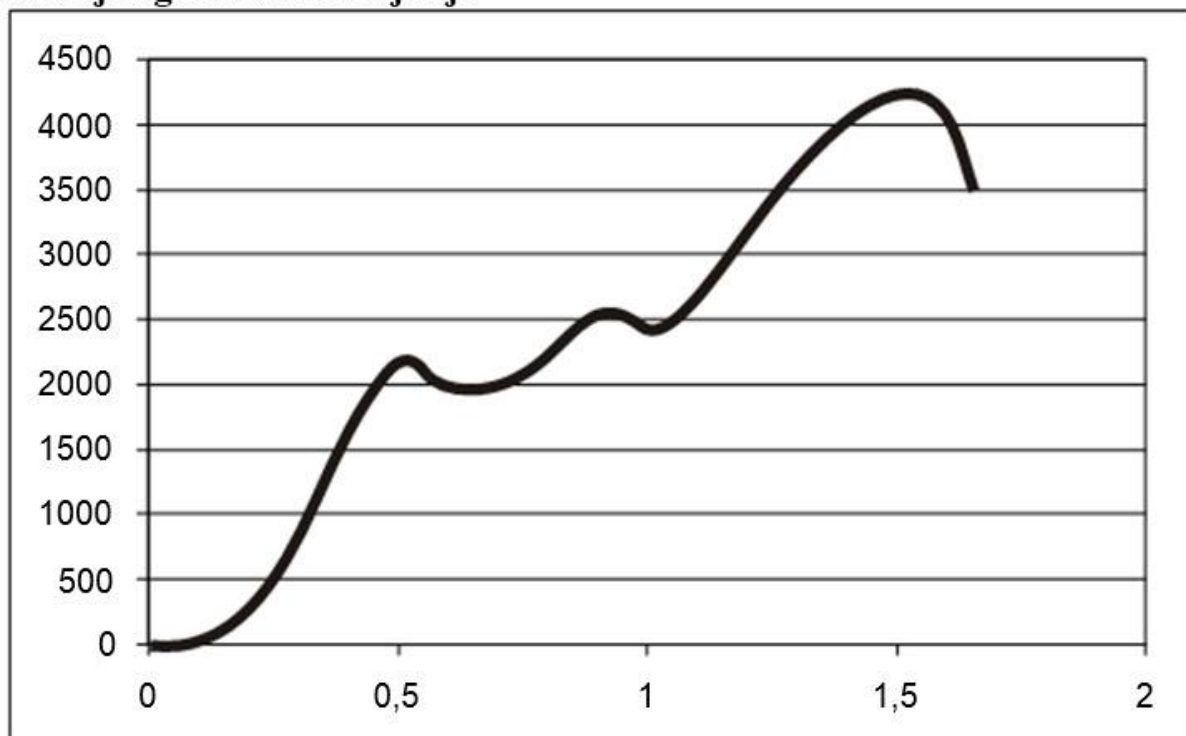
Da bi se cijeli niz ispitivanja prekinuo, tipku ↶ je potrebno pritisnuti i držati tri sekunde ili više.[1][2]

1.4.5. FCT (otpornost ravne površine valovitog kartona na tlačnu silu) i CTM (određivanje otpornosti papira za val prema pritisku) ispitivanje

Ako uređaj počne bilježiti snagu kada je razmak između ploča manji od 15 mm, ispitivanje će se računati kao FCT ili CTM ispitivanje.

FCT (ili CMT) će obično kao rezultat proizvesti graf sile i kompresije s tri pravca kao što je prikazano na Slici 3. Zanimljiva stvar ovdje je da lom nije zabilježen ni na jednom od prva dva pravca. Da bi se to izbjeglo, uređaj spaja dvije granične vrijednosti za kompresiju uzorka. Debljina uzorka je zabilježena kad se primjeni slaba snaga. Prag "slabog sabijanja" je postavljen tvornički na 40%, što znači da niti jedan lom neće biti zabilježen prije nego se debljina uzorka smanji za 40%. Ako se debljina uzorka smanji „visokim sabijanjem“ (tvornički postavljeno na 70%), ispitivanje će se prekinuti te će se gornja ploča vratiti na početni položaj. Rezultat sa najvećom vrijednošću je zabilježen i bljeska na ekranu da bi nam pokazao da ta vrijednost nije pouzdana. Rezultat se može obrisati normalnim putem pritiskom na ↵ tipku.

Primjer grafa sile-sabijanja



Slika 3. Graf sile-sabijanja [2]

Uzorak se postavlja na donju ploču te se centrira nježno ispod gornje ploče, tako da su žljebovi paralelni sa dužom stranom donje ploče. Ovo ima svojih prednosti, a to su da se prednost pojačanog lateralnog usklađivanja gornje ploče iskoristi te tako

spriječimo pad žljebova prilikom ispitivanja. Uvijek bi se trebala koristiti jedna od dostupnih mjerila, kad god je to moguće.

Prilikom pokretanja FCT ispitivanja, uređaj može spremi i neka od spomenutih svojstava:

- Debljinu uzorka kad je obična sila upotrijebljena. Funkcija se aktivira i prekida putem računala, kojim se također može postaviti iznos sile kojom ćemo djelovati. (Debljina je izražena u μm ili mil, ovisno o mjernom sustavu kojeg se odabere.)

- Otpornost uzorka na pritisak, tj. najveći teret zabilježen kada se debljina uzorka smanji za neku vrijednost. Snaga kojom se uzorak drobi je izražena u kPa, psi ili kgf/cm^2 . Funkcija se pokreće ili zaustavlja putem računala.

- Energija koju je uzorak apsorbirao prije loma je zabilježena i izražena u J/m^2 , $\text{in} \times \text{lbf}/\text{in}^2$ ili u $\text{kgf} \times \text{m}/\text{m}^2$. Funkcija se pokreće ili zaustavlja putem računala.

- Krutost je zabilježena maksimalnim odstupanjem od grafa sile- sabijanja prije nego prva sila dosegne vrhunac. Krutost se izražava u Nm, $\text{lbf} \times \text{in}$ ili u $\text{kgf} \times \text{cm}$.

Bitne vrijednosti korištene za dobivanje debljine i čvrstoće uzorka se mogu provjeriti ispisom popisa postavki. Vrijednosti se mogu promijeniti putem računala.

1.4.6. Ispitivanje kvalitete (*Score Quality Test-SQT*)

Rezultat ispitivanja kvalitete (SQT) zahtjeva upotrebu posebnih pomagala poput *U-channel* podrške za uzorak, mjerača tlaka i sklopivog držača. Treba postaviti *U-channel* podršku na donju ploču, pričvršćenu sa dvije igle. Mjerač tlaka se postavlja na gornju ploču pomoću magneta. Držač se postavlja tako da je strana sa iglom sprijeda. Ne smije se zaboraviti odabrati način ispitivanja koji je prigodan za test kvalitete.

Najmanje se pet označenih i pet neoznačenih uzoraka treba pripremiti. Potrebno se pobrinuti o postavljanju označenih uzoraka centrirano ispod mjerača tlaka, sa naborima paralelno ili po pravim kutom na mjerač tlaka. Usto, potrebno je ispitati sve označene (ili neoznačene) uzorke te se pritiskom tipke \curvearrowright test završava. Na ekranu će biti prikazana stvarna vrijednost očitavanja. Nakon toga se svi neoznačeni uzorci

ispituju te se pritiskom tipke \curvearrowright završava test. Uređaj će prikazati omjer (%) između dotičnih stvarnih vrijednosti za označene i neoznačene uzorke, bez obzira kojim redoslijedom oni bili ispitivani.

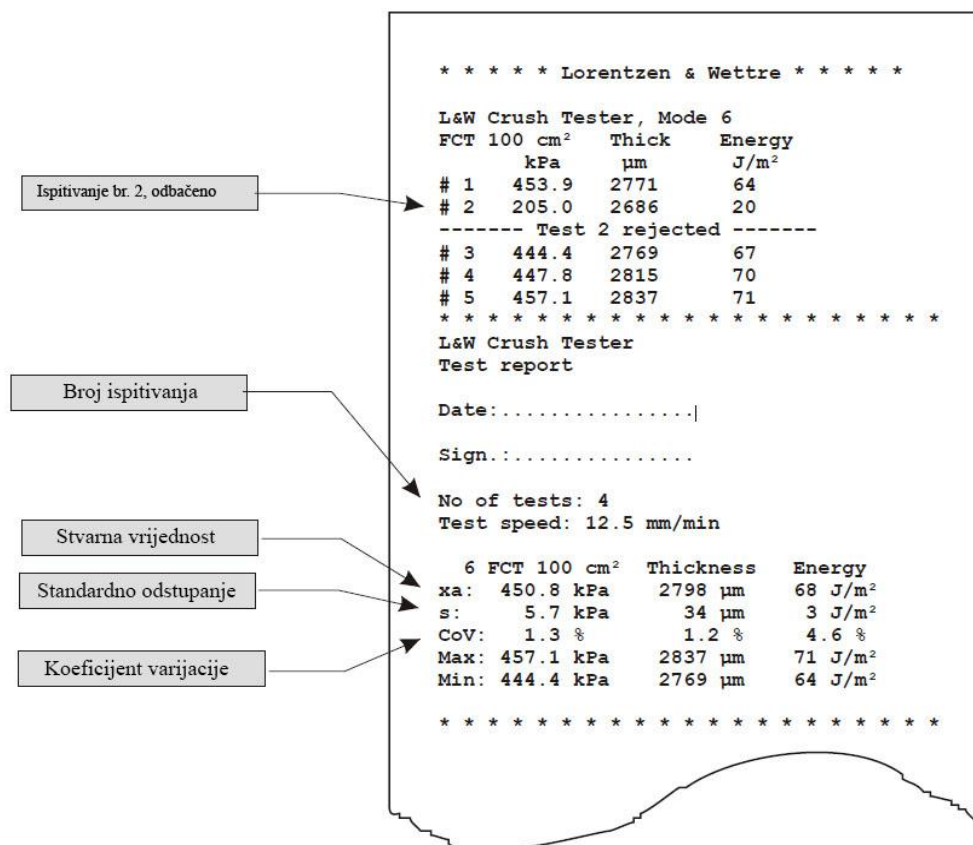
Željeno izvješće mora biti odabrano prije samog ispitivanja.

Izvješća otisnuta na integriranom pisaču

Ako se odaberu izvješća za zasebna mjerenja, ista će se trenutno ispisati. Statističko izvješće će se automatski otisnuti odmah po završetku ispitivanja.

Ako je rezultat mjerenja odbijen od strane ispitivača, „*TEST X REJECTED*“ će biti vidljivo na ispisu. Da bi se završilo ispitivanje nakon željenog broja rezultata, potrebno je pritisnuti tipku \curvearrowright , nakon čega će se statističko izvješće otisnuti.

Ako se nije odabrao izvještaj za zasebno mjerenje, izvještaj će se tada otisnuti na kraju niza ispitivanja ili ako ispitivač ručno prekine pritiskom na \curvearrowright tipku.



Slika 4. Primjer FCT izvješća koje prikazuje debljinu uzorka i apsorbiranu energiju

Na Slici 4. se može vidjeti koje je ispitivanje odbačeno, broj ispitivanja, stvarna ispitana vrijednost, standardno odstupanje te koeficijent varijacije, tj. primjer FCT izvješća koje prikazuje debljinu uzorka i apsorbiranu energiju.

1.4.7. Korištenje eksternog pisača

Eksterni pisač se može spojiti preko izlaza za pisač na uređaju i koristiti umjesto integriranog pisača. Idenični izvještaji se mogu ispisati na vanjskom pisaču kao i oni na integriranom.

Računalo je korišteno za odabir funkcija i za postavljanje eksternog pisača. Računalo se može spojiti na uređaj putem RS 232 ulaza. Ovaj ulaz omogućuje da se zasebna očitavanja šalju istog trenutka kada su napravljena. Ako je odabrano samo izvješće statistike, nijedno očitavanje se neće poslati. Uređaj može poslati i podatke u računalo da bi prezentiralo rezultate kao graf.[1][2]

2. MOGUĆI PRISTUPI ODRŽAVANJA OPREME

Održavanje općenito govoreći je postupak kojim se nastoji održati istim neko stanje ili neka sposobnost. Održavanje kao takvo najveću primjenu ima u tehničkim znanostima, gdje postoji i cijelo jedno područje koje se bavi teorijom održavanja.

Održavanje u tehnici podrazumijeva postupak pregleda, popravka ili poboljšavanja nekog uređaja čime mu se otklanja kvar, poboljšava postojeće stanje ili samo produžava radni vijek. Teorija održavanja temelji se na dva sukobljena zahtjeva:

- Troškovi održavanja moraju biti što manji,
- Uređaj mora raditi što pouzdanije.

Kako je nemoguće pomiriti ova dva zahtjeva cijela teorija održavanja se zasniva na kompromisu odnosno na pokušaju da se postigne što veća sigurnost uz što manju cijenu. Pri tome važnu ulogu imaju zakoni i pravila koja se moraju poštovati pri radu pojedinih uređaja koja nameću minimume standarda koji moraju biti zadovoljeni za pojedine grane tehnike.[3][4]

2.1. Korektivno održavanje

Korektivno održavanje se može opisati kao vrsta održavanja koje se poduzima kada je pojedini dio ili sustav otkazao ili je istrošen. Dakle, korektivno održavanje je održavanje koje se realizira nakon javljanja kvara. Ono se poduzima radi povrata tog dijela ili sustava u prvobitno, radno stanje. Drugi opis ovog održavanja je da je ovo jedini način održavanja pri kojem se ništa ne radi, odnosno održavanje po načinu "Ne diraj, vidiš da radi".

Ovo je najčešći način održavanja koji se danas primjenjuje, a ujedno je i prividno najjeftiniji. Cijena tekućeg održavanja u ovom slučaju je jednaka 0, naime ne postoje izdaci za tekuće održavanje. Održavanje se vrši tek nakon što kvar nastupi a počesto uz kvar pojedinog dijela nastaje šteta i na okolnim dijelovima i uređajima. Osim toga, pouzdanost sustava s ovim načinom održavanja je upitna, ona je direktno ovisna o pouzdanosti najslabije komponente. Zastoji u radu se ne mogu predvidjeti kao ni vrijeme potrebno za popravak sustava. Da bi se izbjegli duži zastoji uslijed kvarova

pri ovom načinu održavanja jedina je mogućnost imati sve dijelove sustava u pričuvi što znatno poskupljuje održavanje. Iz navedenog je očito da se ovim načinom održavanja ne mogu održavati važniji i skuplji sustavi, već se oni održavaju pojedinim načinima preventivnog održavanja. Ovaj način se primjenjuje na manje i jeftinije stavke, npr. u zrakoplovu će se sustavi za pogon održavati preventivno, a hladnjak pića u zrakoplovu korektivno. Primjena korektivnog održavanja je prihvatljiva svuda gdje konzekvence pojave kvara nisu takove da nameću primjenu planskog (preventivnog ili prediktivnog) održavanja. Korektivno održavanje se uvijek obavlja bez raspoređivanja i najčešće neplanski, ali i za pojedine aktivnosti korektivnog održavanja se također kreiraju planovi održavanja.

2.2. Preventivno održavanje

Preventivno održavanje je održavanje prilikom kojeg se kvar predviđa i samo održavanje se vrši prije nego kvar nastane. Ovaj način održavanja za razliku od korektivnog održavanja pruža određenu sigurnost pri radu uređaja. Definicija održavanja sukladno normi HRN EN 13306 "Preventivno održavanje – održavanje koje se obavlja na unaprijed određenim intervalima ili prema propisanim kriterijima, a čija je svrha smanjivanje vjerojatnosti kvara ili degradacije funkcioniranja stavke." Preventivno održavanje je vrst planskog održavanja.

Preventivno održavanje ima svoje prednosti i mane u odnosu na korektivno održavanje. Prednosti su mu:

- veća pouzdanost uređaja i sustava u radu,
- mogućnost planiranja trenutka održavanja,
- mogućnost predviđanja troškova održavanja i samim time i lakša kontrola.

Nedostaci su:

- povećani troškovi održavanja (teoretski, iako često ne i stvarni, kvar uređaja s korektivnim održavanjem često donese mnogo veće troškove)
- povećana mogućnost kvara uređaja radi utjecaja ljudske greške osoblja koje vrši održavanje.

- visoki troškovi održavanja uzrokovano često bespotrebnom zamjenom dijelova

Plansko održavanje je način održavanja sustava, strojeva i uređaja prilikom kojeg se svi radovi unaprijed planiraju. Plansko održavanje (engl. *Planned maintenance* ili PM) se provodi kao Preventivno održavanje i/ili održavanje po stanju (prediktivno održavanje). Plansko održavanje je održavanje pri kome se aktivnosti održavanja realiziraju prije pojave kvara.

Plansko održavanje se unaprijed planira za svaki pojedini sustav, dio ili uređaj, a planiranje se može vršiti protekom vremena, brojem odrađenih radnih sati ili nečim drugim. Dobar primjer planskog održavanja je održavanje automobila, gdje se velika većina dijelova planski održava po prijeđenim kilometrima. Shodno predviđenim intervalima nakon određenog broja prijeđenih kilometara mijenja se ulje, zupčasti remen, sisaljka vode. Još jedan primjer održavanja automobila po stanju jeste generalni pregled motora koja se obavlja na temelju mjerenja tlaka kompresije motora. Potrebno je redovno mjeriti tlak kompresije i kada isti padne ispod zadane razine vrši se generalni pregled motora. Prema zastarjelim pravilima preventivnog održavanja koja više nisu u uporabi generani pregled se radi nakon određenog broja prijeđenih kilometara.

Prilikom proizvodnje sustava ili uređaja za svaki pojedini dio se proračunski i iskustveno zna koliko bi trebao trajati. Zamjena dijela ili uređaja vrši se prije nego što on počne pokazivati znakove mogućeg kvara, u točno programiranim intervalima ili na temelju dijagnostičkog praćenja stanja danog dijela. Sam zahvat i dijelovi se mogu precizno programirati i predvidjeti, te se time olakšava održavanje uređaja i smanjuju neželjene posljedice kvara i zastoja ili mogućih kolateralnih šteta. Cilj planskog održavanja je da se korektivno održavanje svede na prihvatljivu razinu. [3][4]

2.3. Plansko održavanje

Plan održavanja daje odgovor na pitanje što i kako činiti, a program (raspored) održavanja daje odgovor na pitanje kada činiti aktivnosti održavanja.

Plansko održavanje u usporedbi s korektivnim održavanjem ima određene prednosti i nedostatke.

Prednosti su:

- veća raspoloživost opreme,
- veća sigurnost na radu i veća sigurnost opreme,
- dulji radni vijek opreme i veća kvaliteta proizvoda.

Nedostaci su:

- dodatni troškovi planiranja, programiranja i praćenja stanja,
- održavanje je skuplje tijekom vremena zbog češćeg izvođenja održavanja i češće izmjene dijelova koji su još mogli raditi.

2.4. Održavanje po stanju

Održavanje po stanju (skraćeno CBM, izvedeno iz eng. *Condition Based Maintenance*) može se pojednostavljeno definirati kao održavanje po potrebi, odnosno u trenutku kada se za to ukaže potreba. Ovo održavanje se izvodi kada pojedini pokazatelji daju naznaku da će doći do kvara sustava, stroja ili uređaja ili kada pokazatelji pokažu pad performansi uređaja. Drugi naziv za održavanje po stanju je prediktivno održavanje. Održavanje po stanju je suvremena strategija održavanja koja se danas primjenjuje kad god je to tehnički i ekonomski razumno, odnosno kada to zahtijevaju pravila o sigurnosti uređaja.

Održavanje po stanju se upotrebljava da bi se uređaj ili sustav ispravno održavao u pravom trenutku. Sustav održavanja po stanju se temelji na očitavanju parametara u stvarnom vremenu, uspoređivanjem dobivenih rezultata i izvođenjem zaključaka kada treba započeti održavanje. Očitavanje parametara rada naziva se nadzor ili monitoring sustava ili uređaja. Nadzorom i praćenjem tijekom početnog perioda utvrđuju se podaci o uređaju u normalnom radu a zatim se prate pokazatelji u realnom vremenu i kada se očitani podaci počnu mijenjati dobiva se jasan signal da nešto nije u redu sa sustavom ili uređajem. Shodno uočenim poremećajima uređaj će pretpostaviti što se dešava i sam će upozoriti korisnika za potrebom za održavanjem.[5]

Najbanalniji primjer održavanja po stanju jeste održavanja guma automobila. Gume automobila se mijenjaju na temelju istrošenosti tj. na temelju dubine šara i tvrdoće gume. Generalni popravak motora automobila se obavlja u momentu kada tlak kompresije motora padne ispod propisane razine tj. na temelju očitavanja parametra (tlaka kompresije) koji će uslijediti nakon zamijećenog pada performansi automobila. Kod iole složenijih i skupljih sustava za nadzor stanja je potrebno imati sofisticirane i skupe sustave za nadzor. Za nadzor nad sustavom ili uređajem potrebno je izvesti zaseban sustav osjetnika koji su povezani sa središnjom bazom podataka koja stalno prima i nadopunjava podatke tijekom rada. Broj osjetnika raste sa složenošću sustava i penje se i do nekoliko tisuća na složenim kompleksnim strojevima. Kako npr. ugradnja samo jednog akcelometra danas košta oko 2000 €, sustav za nadzor stanja može biti skuplji od samog uređaja kojeg nadzire. Međutim, ako je spomenuti uređaj jako značajan tada se ipak vrši instaliranje sustava za nadzor.

CBM ima neke prednosti u usporedbi s planskim održavanjem:

- Povećana pouzdanost sustava
- Smanjeni troškovi održavanja
- Smanjenje broja održavanja smanjuje i faktor upliva greške uslijed ljudske pogreške prilikom izvođenja održavanja

U istoj usporedbi nedostaci su:

- Veliki troškovi ugradnje sustava, za manje uređaje veći od cijene uređaja
- Zbog procesa održavanja koji se radi samo kad se za to ukaže potreba ne mogu se planirati troškovi održavanja te su oni neravnomjerno raspoređeni
- Povećan broj komponenti (sustav za nadzor) koji zahtjeva provjeru i održavanje

CBM sustavi se zbog svoje cijene danas ne rabe na manje važnim dijelovima usprkos vidljivim prednostima. Veliki broj važnih postrojenja održava se ovim načinom, koji će u budućnosti biti sve više prisutan, jer su cijene uređaja za nadzor iz godine u godinu sve niže. U današnje vrijeme održavanje po stanju nalazi široku primjenu tamo gdje se može provoditi bez skupocjenih i sofisticiranih uređaja. Spomenuti su primjeri održavanja guma i motora automobila gdje se održavanje po stanju primjenjuje bez uporabe skupocjenih uređaja. [3][4]

2.5 Pregled i održavanje L&W uređaja za gnječenje

2.5.1 Servisiranje uređaja za gnječenje

Uređaj bi se uvijek trebao držati čistom od prašine, komadića papira itd. Preporuča se da uređaj servisiraju servisni odjeli tvrtke Lorentzen & Wettre barem jednom godišnje do 4 puta godišnje, ovisno o intenzitetu korištenja uređaja i o korisničkim zahtjevima. Nikakvo drugo održavanje nije potrebno.

2.5.2 Pregled

Pomoću *Check* tipke na kontrolnoj ploči pristupa se sljedećim funkcijama:

- Pregled brzine pomicanja gornje ploče (*Speed*)
- Pregled sile (*Force*)
- Ispis liste metoda ispitivanja pohranjenih u uređaju (*Set*)

Pomoću tipke *Check* također se kreće kroz izbornik funkcija. LED žaruljica iznad odgovarajućeg tekstualnog natpisa naznačuje koja je funkcija aktivna. Željena funkcija se pokreće pritiskom na tipku ↶.

1) Brzina (*Speed*)

Pritiskom *Check* tipke LED žaruljica iznad *Speed* se upali. Pritiskom u tipke započinje se provjera. Kretanja gornje ploče će se provjeriti za 4 različite brzine: 5.0, 10.0, 12.5 i 48.0 mm/min. Treptajući znak na ekranu će naznačivati koja od brzina se ispituje. Jednom kada se sve provjere završe, izvješće s očitanjima, traženim vrijednostima i bilo kojim razlikama između njih će se automatski ispisati.

Ako su provjerene brzine prihvatljive, ispitivač zatvara funkciju pritiskom na V tipku.


Ako se pokaže da bilo koja brzina odskaka od toleriranih odstupanja, korisnik može upotrijebiti „samopodešenje“ funkciju. Pritiskom na U tipku započinje se nova provjera, koja će se izvesti sa podešenom brzinom. Ako i ta nova izvješća o brzini nisu zadovoljavajuća, može se napraviti još jedna ili više provjera.

Ako ponovljena upotreba funkcije „samopodešenja“ ne prida zadovoljavajuće rezultate, moguće je kontaktirati Lorentzen & Wettre tvrtku za savjet za kalibraciju uređaja.

2) Sila (*Force*)

Pritiskom *Check* tipke LED žaruljica pokraj natpisa *Force* će zasvijetliti. Kad je ova funkcija odabrana, tipke *Up* i *Down* ne daju odaziv, tako da se gornja ploča mora ručno pomicati. Da bi se to napravilo, moraju se odviti vijci na vrhu kućišta uređaja (3mm imbus ključem). Pomoću 5mm imbus ključa kroz otvor na kućištu sada je moguće okretati motor uređaja i na taj način upravljati gornjom pločom ručno. Okretanjem ključa u smjeru suprotnom od kazaljke na satu da bi se razmak između ploča smanjio ili u smjeru kazaljke na satu da bi se povećao.

Zakretom motora za prilagodbu razmaka između ploča prilagođava se odabrana ćelija opterećenja. Pritiskom tipke *U* poništavaju se očitavanja sile.

Primjenom sile na donju ploču okreće se motor te se provjere očitavanja na ekranu. Sila će biti prikazana u N, lbf ili kgf, ovisno o mjernom sustavu koji je odabran. Pritiskom tipke  sve se briše sa ekrana.

Ako je provjera za silu bila aktivirana, „*FORCE CHECK: ACTIVATED*“ će biti ispisano na izvješću.

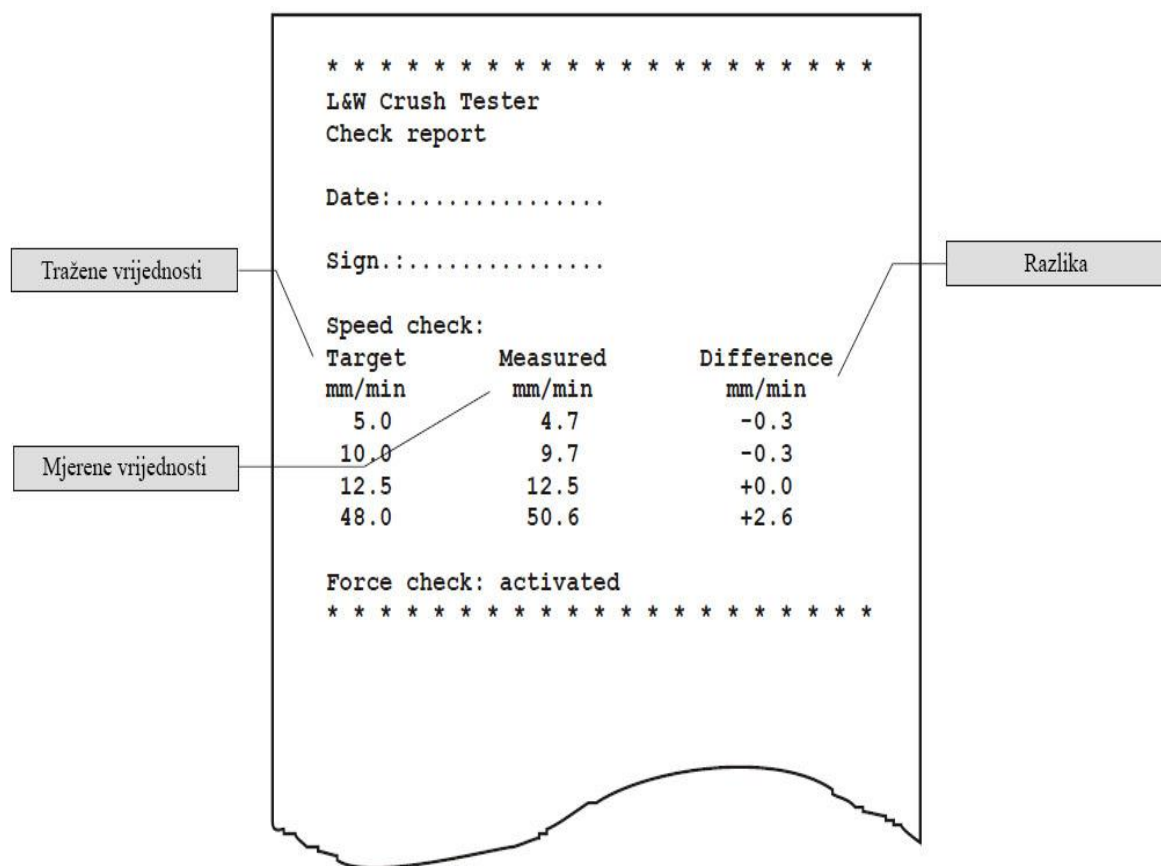
3) Postavke (*Set*)

Pritiskom *Check* tipke LED žaruljica pokraj *Set* natpisa će zasvijetliti. Pritiskom tipke *U* ispisuju se sva postojeća ispitivanja za odabrani mjerni sustav. Sljedeća tablica, Tablica 5. pokazuje stavke koje se mogu naći na ispisu.

Tablica 5. Stavke koje možemo ispisivati [2]

Stavka	Funkcija
Mode	Broj ispitivanja
Name	Naziv ispitivanja
Unit	Jedinica izvješća
Note	Dodatna informacija o ispitivanju, npr. dužina uzorka ili područje
Speed	Brzina sabijanja
Position	Programirani početni položaj za trenutno ispitivanje
Factor	Čimbenik korišten za pretvorbu očitane sile (uvijek u Newtonima) u mjernu jedinicu odabranu za izvještaj
Score	Odabrano ispitivanje kvalitete (Da/ne)
Thickness load	Očitanje debljine. Koristi vrijednosti pri kojima su se ispitivanja debljine izvršila. („—„ naznačuje da nema očitavanja debljine.
Hardness load	Očitanje tvrdoće. Sila pri kojoj se događa smanjenje debljine. („—„ naznačuje da nema izvještaja očitavanja čvrstoće)
Hardness reduction	Maksimalna snaga prije smanjenja debljine pri toj vrijednosti („—„ naznačuje da nema pohranjenih očitavanja čvrstoće)
Energy	Energija apsorbirana pri lomu (Da/Ne)
Stiffnes	Izvještaj krutosti (Da/Ne)
Rupture level	Pad postotka u najvećem dobivenom očitanju koji je potreban da bi se zabilježio prekid
Threshold	Vrijednost ispod koje se prekid zabilježio
Compression low	Prag niskog sabijanja – ispod kojeg se prekid ne zabilježava. Koristi se samo za FCT i CMT
Compression high	Prag visokog sabijanja- točka pri kojoj se ispitivanje prekida iako nijedan prekid nije zabilježen. Koristi se samo u FCT i CMT-u.

Da bi izašli iz *Check* funkcije pritisne se tipka *Check*, nakon čega će sve LED žaruljice biti ugašene.[2]



Slika 5. Primjer Check izvješća [2]

Na slici 5. prikazan je primjer *Check* izvješća. Ispisane su tražene vrijednosti, mjerene vrijednosti te njihova razlika.

2.5.3 Priprema role papira

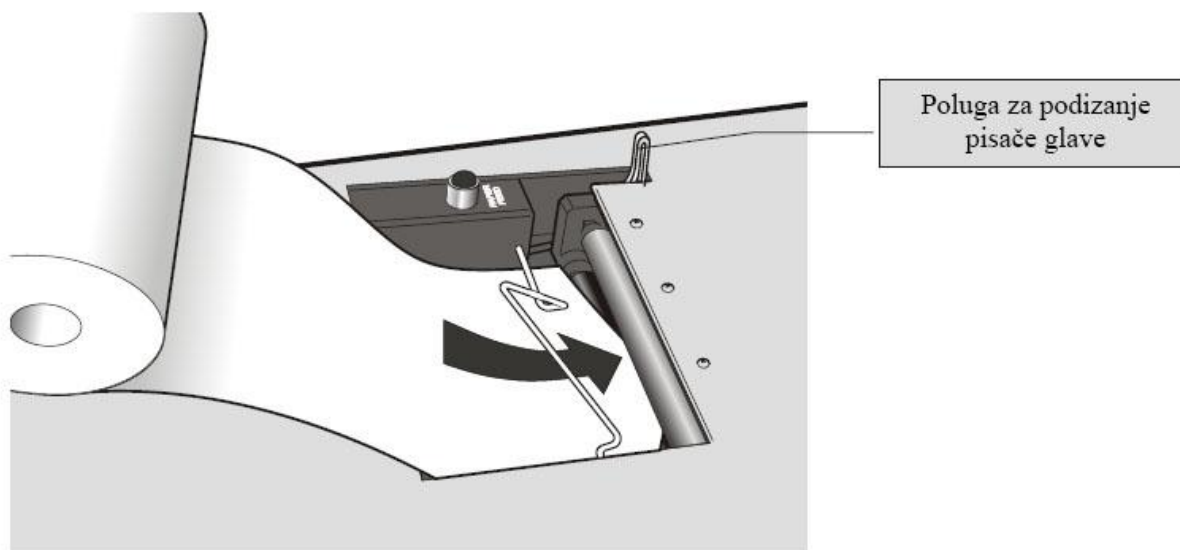
Ako se kao tiskovna podloga koristili papir drugačijih svojstava od onog koji se preporuča, može doći do ozbiljnih oštećenja pisača, npr. zbog pregrijavanja. Takav papir može također uzrokovati preveliku prljavost pisača.

Crvena oznaka na rubu role označava da je rola papira pri kraju. Pisač primijeti kada je bez papira i izbacuje pogrešku koda „E 402“ na ekranu.

- 1) Rola se u pisač postavlja na taj način da papir ide s dna role, ne s vrha.
- 2) Prednji rub papira se izrezuje da bi se dobio tup kut, kao što je prikazano.

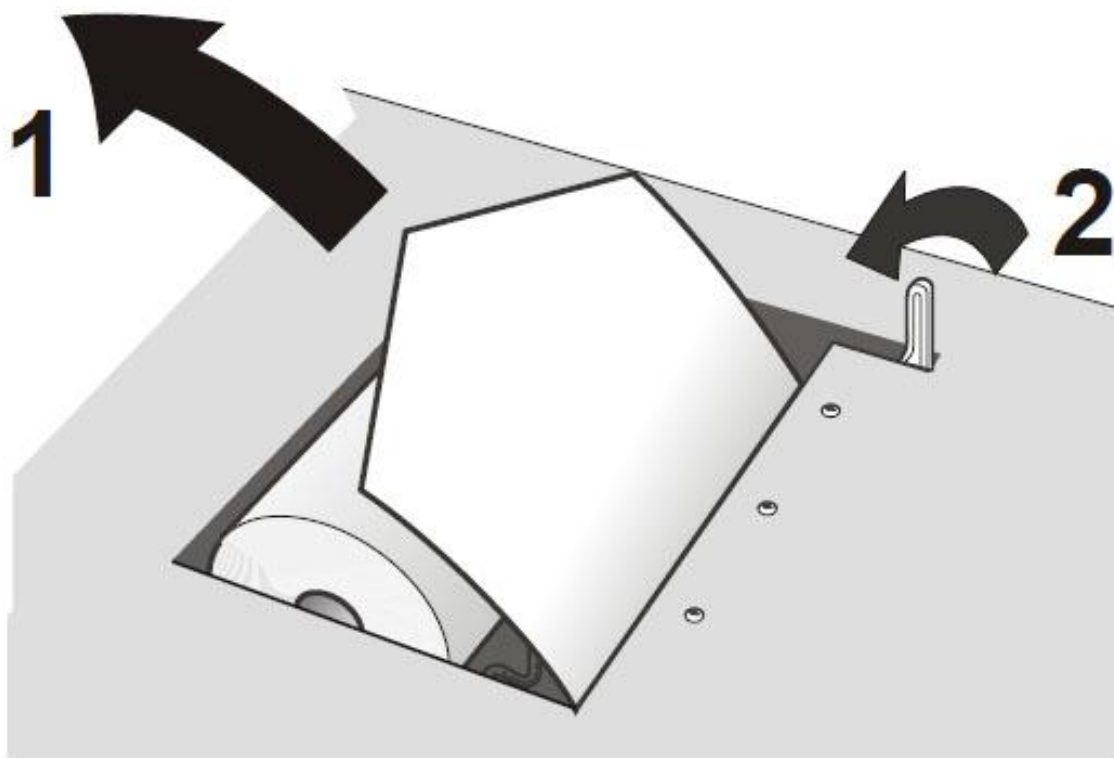
Poluga koja podiže pisaču glavu se mora povući natrag.

Na Slici 6. prikazano je detaljno kako pravilno podignuti polugu za podizanje pisače glave te nakon toga umetanje papira.



Slika 6. Prikaz poluge za podizanje pisače glave [2]

- 3) Prednji rub papira se umetne pod gumeni cilindar tako da papir prekrije vrh cilindra. Zatim se rola papira umeće u pisač.
- 4) Papir se uvlači tako da je poravnat da može proći u ravnoj liniji kroz pisač. Poluga koja podiže pisaču glavu se mora povući dolje.[5]



Slika 7. Kako poravnati papir

Slika 7. prikazuje pravilan način za poravnanje papira za integrirani pisač na uređaju.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Priprema rada L&W uređaja za gnječenje

Za korištenje uređaja, da bi se dobili najbolji mogući rezultati moraju se imati i pripremljene epruvete koje se testiraju. Epruvete moraju biti u strogo kontroliranim uvjetima, poput određene temperature u prostoriji, vlažnosti, bez utjecaja sunčeve svjetlosti itd. Moraju biti zadovoljeni uvjeti u prostoriji u kojima se provodi mjerenje, tj. uzorci moraju biti kondicionirani u skladu s EN 20 187 (temperatura zraka $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ te relativna vlažnost $50\% \pm 2\%$). Zatim se odabiru željeni tipovi valovite ljepenke koji se upotrebljavaju u željenom ispitivanju. [6]

Tipovi valovitih ljepenki za ispitivanje su označeni šifrom 271, 211, 242S i 276LK i prikazani u Tablici 6.

Da bi se epruvete uopće mogli ispitivati moraju se od velike valovite ljepenke odrezati u epruvete dimenzijama 10cmx2,5cm. Zbog načina ispitivanja, te što optimalnijih rezultata za svaku vrstu valovite ljepenke se odreže po 10 epruveta tih dimenzija.

Tablica 6. Nazivi ljepenki i njihove karakteristike

Kvaliteta	Vrste i gramatura (g/m ²) papira
271	125 bijeli liner/ 100 medium/ 120 liner
211	100 liner/ 100 medium/ 120 liner
242S	170 liner/ 150 medium/ 140 liner
276LK	180 bijeli liner lux/ 150 medium/ 170 liner



Slika 8. Različite valovite ljepenke

Na Slici 8. su prikazane valovite ljepenke koje su se koristile u ispitivanju, vidljivo je koji su tipovi ljepenki te kojih su dimenzija.

U Tablici 7. je popis testova koji se pomoću Uređaja Lorentzen & Wettre mogu izvršiti.

Tablica 7. Lista ispitivanja koje uređaj može izvesti

Program	Naziv programa	Mjerna jedinica	Brzina
1	-	N	12.5 mm/min
2	CMT	N	12.5 mm/min
3	RCT	kN/m	12.5 mm/min
4	CCT	kN/m	12.5 mm/min
5	ECT 25x100	kN/m	12.5 mm/min
6	FCT 100cm ²	kPa	12.5 mm/min
7	FCT 65cm ²	kPa	12.5 mm/min
8	FCT 50cm ²	kPa	12.5 mm/min
12	PAT	N/m	12.5 mm/min
13	SQT	%	48

U ovom radu će se opisivati ispitivanje pod rednim brojem 5, ECT 25x100.

3.2. Razrada tehnološkog postupka

Kao što je već rečeno, u ovom radu će detaljnije biti pojašnjen ECT test (Određivanje otpornosti brida valovitog kartona na tlačnu silu) iako sam uređaj može odraditi još 9 drugih ispitivanja. Prethodno pripremljene valovite ljepenke se izrezuju na formate veličine 10cmx2.5cm (veća mjera je u smjeru vala). Izrezane epruvete moraju izgledati upravo kako je prikazano na Slici 9. Ovakvih dimenzija i ovakvog smjera unutarnjeg vala.[7]

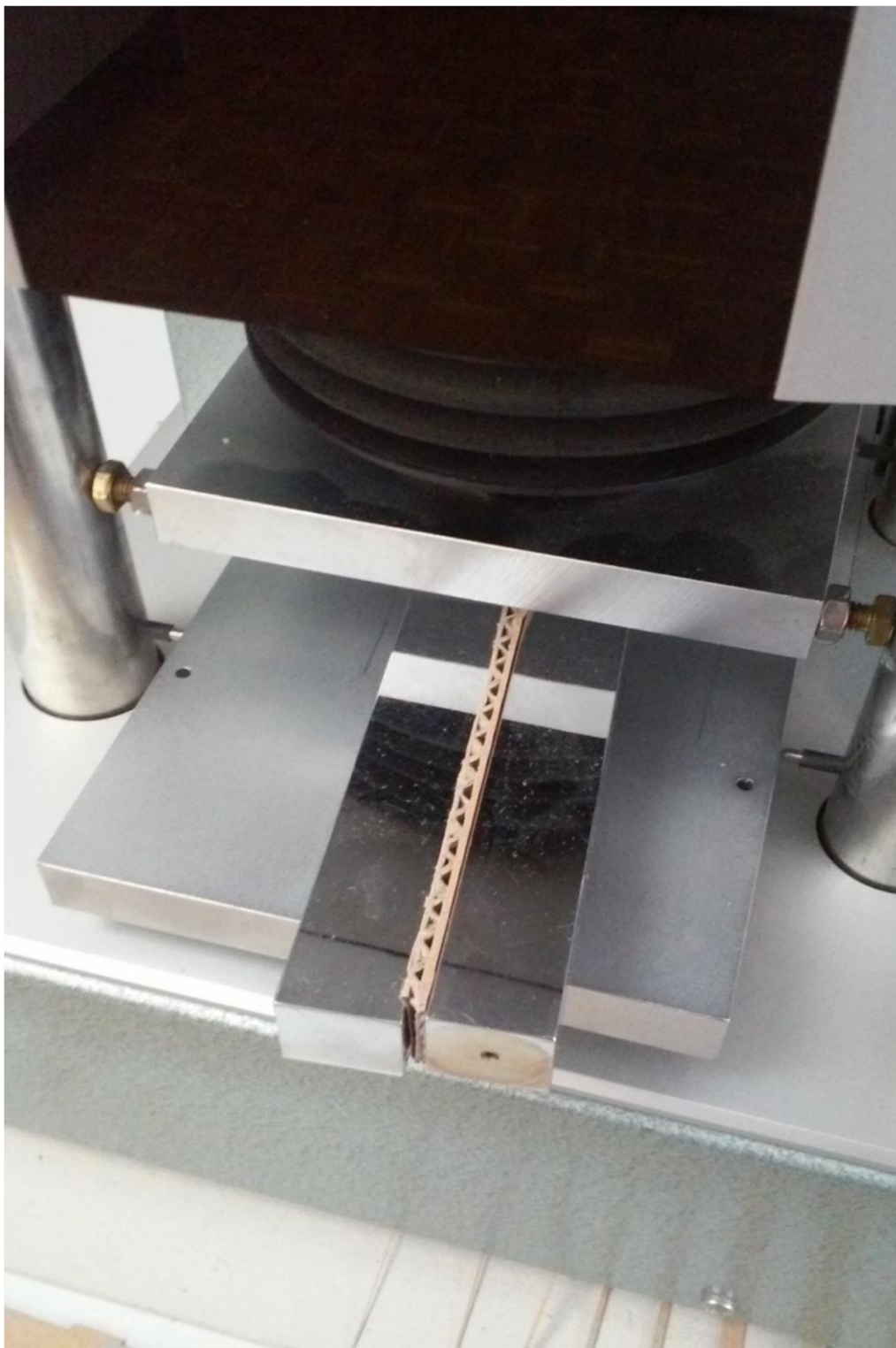


Slika 9. Pravilno ulaganje epruvete za testiranje

Epruvete se dobiju tako da se ručnim rezačem izreže ljepenka na dužine od 10 cm te nakon toga sa poluautomatskim rezačem pogonjenim na kompresor istu tu ljepenuku izrežu i na 2,5 cm širine.

Epruvete su sada spremne za ispitivanje. Kako se epruvete moraju u uređaj postaviti uspravno jer se ispituje takva otpornosti brida valovitog kartona na tlačnu silu, potrebni su metalni potpornici da bi epruvete uspješno stajali u okomitom položaju tijekom cijele dužine ispitivanja.[6][8]

Na Slici 10. prikazani su potpornici.



Slika 10. Potpornici za postavljanje uzoraka

Tako se osigurava da je uzorak tijekom cijelog vremena testiranja u istom položaju.

U ECT ispitivanju, programu pod brojem 5 ispituje se otpornosti brida valovitog kartona na tlačnu silu. Gornja ploha uređaja se spušta na uzorak te ga opterećuje dok on postane dimenzionalno nestabilan i zapisuje silu potrebnu za tlačno opterećenje.

Svaka valovita ljepenka ima određena fizička svojstva, dobivena je različitim metodama, primjena joj je drugačija, tako će im se i otpornost na tlačno opterećenje razlikovati. U nastavku su rezultati tlačnih sila za najinteresantnije valovite ljepenke.

- Rezultati mjerenja za valovitu ljepenu 271 prikazani su u Tablici 8. Iz odrađenih mjerenja dobiva se srednja vrijednost otpornosti valovite ljepenke na savijanje koja iznosi 2,50 kN/m te se dobiva standardna devijacija od 0,060009 mN.

Tablica 8. Rezultati mjerenja za valovitu ljepenu 271 (125 bijeli liner/ 100 medium/ 120 liner)

Broj ispitivanja	Rezultat(kN/m)
1	2,40
2	2,51
3	2,53
4	2,48
5	2,45
6	2,54
7	2,50
8	2,49
9	2,63
10	2,50
\bar{x}	2,50
σ	0,060009

- Rezultati mjerenja za valovitu ljepenu 211 su prikazani u Tablici 9. Iz odrađenih mjerenja dobiva se srednja vrijednost otpornosti valovite ljepenke na savijanje koja iznosi 2,60 kN/m te se dobiva standardna devijacija od 0,152246 mN.

Tablica 9. Rezultati mjerenja za valovitu ljepenu 211 (100 liner/ 100 medium/ 120 liner)

Broj ispitivanja	Rezultat(kN/m)
1	2,61
2	2,59
3	2,49
4	2,78
5	2,69
6	2,79
7	2,60
8	2,64
9	2,71
10	2,27
\bar{x}	2,60
σ	0,152246

- Rezultati mjerenja za valovitu ljepenu 242S prikazani su u Tablici 10. Iz odrađenih mjerenja dobiva se srednja vrijednost otpornosti valovite ljepenke na savijanje koja iznosi 4,86 kN/m te se dobiva standardna devijacija od 0,128841 mN.

Tablica 10. Rezultati mjerenja za valovitu ljepenu 242S (170 liner/ 150 medium/ 140 liner)

Broj ispitivanja	Rezultat(kN/m)
1	5,02
2	4,93
3	4,95
4	4,90
5	4,92
6	4,91
7	4,85
8	4,77
9	4,56
10	4,79
\bar{x}	4,86
σ	0,128841

- Rezultati mjerenja za valovitu ljepenu 276LK prikazani su u Tablici 11. Iz odrađenih mjerenja dobiva se srednja vrijednost otpornosti valovite ljepenke na savijanje koja iznosi 4,81 kN/m te se dobiva standardna devijacija od 0,121362634 mN.

Tablica 11. Rezultati mjerenja za valovitu ljepenu 276LK (180 bijeli liner lux/ 150 medium/ 170 liner)

Broj ispitivanja	Rezultat(kN/m)
1	4,82
2	4,96
3	4,77
4	4,73
5	4,64
6	4,80
7	4,79
8	5,06
9	4,80
10	4,71
\bar{x}	4,81
σ	0,121362634

U tablicama su rezultati 4 različite valovite ljepenke tj. njihova otpornosti brida na tlačnu silu te standardna devijacija. Mora se imati na umu da se ovakvi ispravni rezultati dobiju jedino ako se ispitivanje nad epruvetama izradi ispravno, a to je da su uzorci sa poprečnim valom iznutra u smjeru duže stranice epruvete, jer su tako epruvete sposobne izdržati veće sile.

4. ZAKLJUČAK

Održavanje laboratorijskog uređaja Lorentzen & Wettre za gnječenje obavezno se obavlja prema uputama proizvođača. Održavanje prvenstveno ovisi o intenzitetu korištenja te korisničkim zahtjevima. Prema tome uređaj bi trebalo servisirati barem jednom godišnje, ukoliko je često u upotrebi tada i do četiri puta godišnje. Prema uputama proizvođača, nikakvo drugo održavanje nije potrebno, a preporuča se da sam servis obavlja licencirana osoba za održavanje opreme ovog proizvođača uređaja. Upravo zato nije potrebno u samom poduzeću imati organiziranu službu koja će se isključivo baviti održavanjem ovog uređaja.

Uređaj bi se uvijek trebao držati čistom od prašine, komadića papira itd. zato se preporučuje održavanje po principu „nakon uporabe uređaj ostaviti u stanju kakvo je imao prije testiranja uzoraka“, odnosno koristiti će se korektivno održavanje koje uklanja eventualno nastali kvar te radi na principu „kvar-popravak“.

5. LITERATURA

1. Lorentzen & Wettre Handbook: Pulp and paper testing; Edita, Sweden, 2011.
2. http://l-w.com/wp-content/uploads/180_181_en_LW_Bursting_Strength_Tester.pdf, 27.6.2015.
3. Emil Rejec: Terotehnologija-Suvremena organizacija održavanja sredstava, Informator, Zagreb, 1974.
4. Belak S.: Terotehnologija, Šibenik, 2006.
5. Inženjerski Priručnik IP4, Grupa autora, Održavanje Opreme, str. 293-331.2001.
6. J. D. Booker, M. Raines, K. G. Swift, Designing Capable and reliable products, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2001.
7. Cantwell G. Carson i Roman E. Popil: Examining interrelationships between caliper, bending, and tensile stiffness of paper in testing validation (2008).
8. Dušan Radošević :Praktičar 2, Školska knjiga, Zagreb, 1972.